

# ANALISA SISTEM KONSUMSI GAS PADA PROSES ROASTING KOPI MENGUNAKAN MACHINE LEARNING UNTUK MENENTUKAN STANDAR PEMAKAIAN GAS PROFIL ROASTING

Aldy Kusuma Perdana<sup>1</sup>, Susanto Hariyanto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas  
Buddhi Dharma

E-mail: [aldikusumaperdana22@gmail.com](mailto:aldikusumaperdana22@gmail.com)

## Abstrak

Proses *roasting* kopi merupakan tahap penting dalam menghasilkan cita rasa kopi yang optimal. Setiap proses *roasting* kopi selalu ada perbedaan *parameter* yang biasa disebut dengan profil *roasting*. Salah satu tantangan utama dalam proses ini adalah menentukan konsumsi gas yang efisien untuk berbagai profil *roasting*, seperti *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi konsumsi gas dengan membandingkan algoritma *Linear Regression* dan *Random Forest*, berdasarkan parameter suhu, waktu, dan berat biji kopi. Data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan dari pengamatan langsung pada mesin *roasting* kopi dengan berbagai skenario parameter *roasting*. Model yang dikembangkan dievaluasi menggunakan metrik seperti *Mean Squared Error* (MSE) dan *R-squared* ( $R^2$ ), antara model *Linear Regression* dan *Random Forest* untuk menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dalam memprediksi konsumsi gas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Random Forest* mampu memberikan rekomendasi standar pemakaian gas yang optimal untuk setiap profil *roasting* dikarenakan hasil evaluasi lebih bagus dari pada *Linear Regression*, sehingga dapat membantu industri kopi meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi biaya operasional. Implementasi model ini juga dapat diintegrasikan ke dalam dashboard berbasis *web* untuk mempermudah pengguna dalam mengakses prediksi konsumsi gas secara *real-time* dan menentukan standar pemakaian gas dari setiap profil *roasting*.

**Kata kunci:** Konsumsi Gas, *Linear Regression*, *Machine Learning*, *Random Forest*, *Roasting* Kopi.

## Pendahuluan

Industri kopi global, termasuk Indonesia, telah menunjukkan pertumbuhan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. (Ibnu & Rosanti, 2022) Indonesia, sebagai salah satu produsen kopi terbesar di dunia (Cahyo Nugroho & Kholil, 2021), menghasilkan ratusan ribu ton kopi setiap tahun dan menempati posisi keempat secara global (Zacharie & Denny, 2024). Permintaan akan kopi berkualitas tinggi semakin meningkat, terutama berkaitan dengan proses *roasting* yang memengaruhi karakteristik akhir kopi, seperti rasa dan aroma (Pamungkas & Masrukan, 2021).

Proses *roasting* kopi membutuhkan energi, terutama gas, untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan dalam mengolah biji kopi. (Lazuardi, Nirmala Kusumaningtyas, Tri Handayani, & Yufriza Ali, 2024) Namun, efisiensi penggunaan gas sangat berpengaruh pada aspek ekonomi dan lingkungan. Penggunaan gas yang berlebihan dapat meningkatkan biaya produksi dan menciptakan dampak negatif terhadap lingkungan, sedangkan penggunaan yang terlalu sedikit dapat mengurangi kualitas hasil *roasting* (Thoriq, Sugandi, Yusuf, & Imaduddin, 2020). Proses *roasting* kopi sering kali dilakukan berdasarkan perkiraan dan pengalaman individu tanpa adanya acuan standar yang jelas (Folmer, 2017). Hal ini menyebabkan praktik penggunaan gas menjadi kurang konsisten, sehingga penerapan konsumsi gas yang optimal belum sepenuhnya diterapkan dalam skala industri (Santoso, Kamal Zasyah, Anya Clarissa, & Kunci, 2022).

Dengan perkembangan teknologi, *machine learning* semakin sering diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan kompleks di berbagai bidang (Roihan, Abas Sunarya, & Rafika, 2019). Dalam proses *roasting* kopi, teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk mengevaluasi data terkait konsumsi gas dan parameter penting lainnya, seperti suhu, durasi *roasting*, serta berat biji kopi (Kim & Kim, 2024). Melalui analisis ini, dapat dibangun model prediktif yang mampu mengoptimalkan penggunaan gas secara efisien untuk berbagai jenis profil *roasting*, tanpa mengurangi kualitas hasil akhir (Czech, Heide, Ehlert, Kozirowski, & Zimmermann, 2020)

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan model *machine learning* untuk menganalisis dan memprediksi konsumsi gas dalam proses *roasting* kopi (Batubara, Widiasanti, & Yusuf, 2019), menentukan standar penggunaan gas yang efisien berdasarkan profil *roasting* optimal, serta mengidentifikasi parameter *roasting* yang paling mempengaruhi konsumsi gas (Fikri, Prihandono, & Nuraini, 2021) dan diharapkan dapat mengurangi variasi konsumsi gas yang tidak diinginkan, sehingga proses *roasting* menjadi lebih efisien dan terstandar.

Penelitian ini difokuskan pada proses *roasting* kopi menggunakan mesin berbahan bakar gas dengan parameter seperti suhu, waktu, berat biji kopi, dan konsumsi gas. Studi ini tidak mencakup metode *roasting* selain yang menggunakan

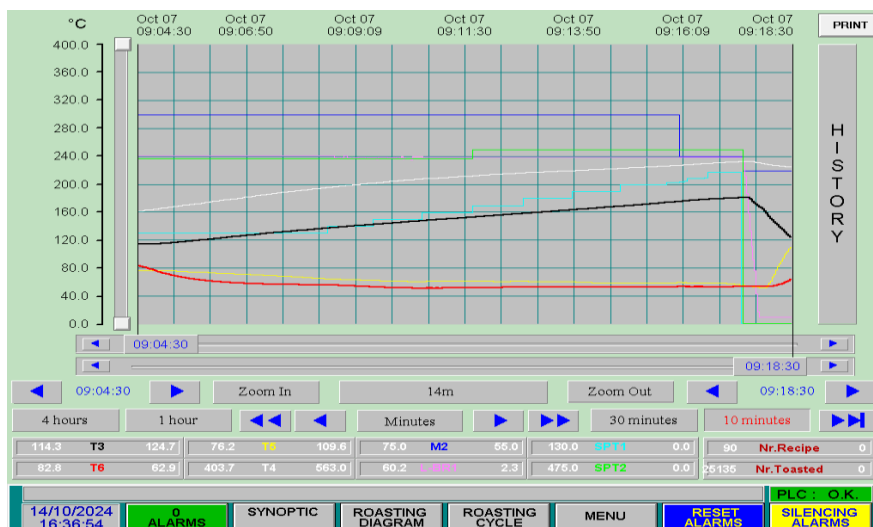
gas. Data penelitian diambil dari mesin roasting tertentu dan tidak mencakup proses *manual* atau *semi-manual*.

## Metodologi

*Linear Regression* adalah metode statistik yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel independen dan variabel dependen dengan menyesuaikan persamaan linear ke data yang diamati. Metode ini sering digunakan untuk memprediksi nilai kontinu berdasarkan variabel *input*. (Mulyawan, 2024)

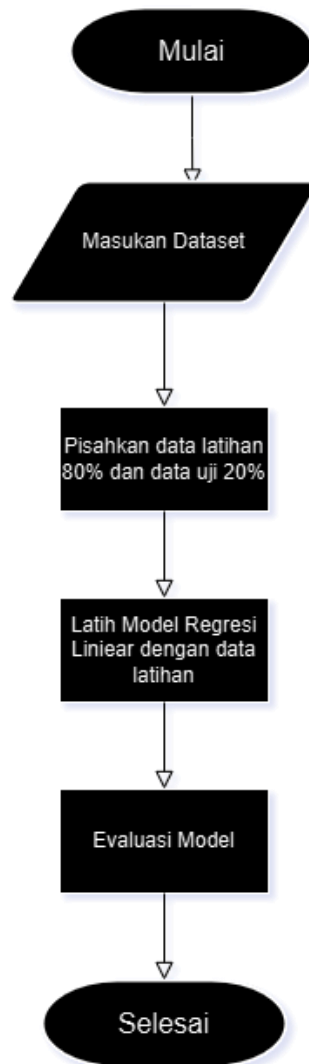
*Random Forest* adalah algoritma pembelajaran mesin yang menggabungkan sejumlah pohon keputusan (*decision trees*) untuk meningkatkan akurasi prediksi. Algoritma ini dapat digunakan untuk tugas klasifikasi dan regresi, dan bekerja dengan membangun beberapa pohon keputusan selama pelatihan dan outputnya adalah mode dari kelas (klasifikasi) atau rata-rata prediksi (regresi) dari masing-masing pohon individu. (Attanasi Emil D.and Coburn, 2020)

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi menggunakan *machine learning* untuk menentukan standar penggunaan gas dalam proses *roasting* kopi. Langkah pertama adalah pengumpulan data, yang dilakukan dengan mengakses dan mengolah data historis dari proses *roasting* yang dicatat oleh mesin *Roaster*. Data yang dikumpulkan meliputi parameter-parameter seperti suhu, waktu, berat biji kopi, dan konsumsi gas. Data ini kemudian diintegrasikan ke dalam dataset numerik untuk analisis lebih lanjut.



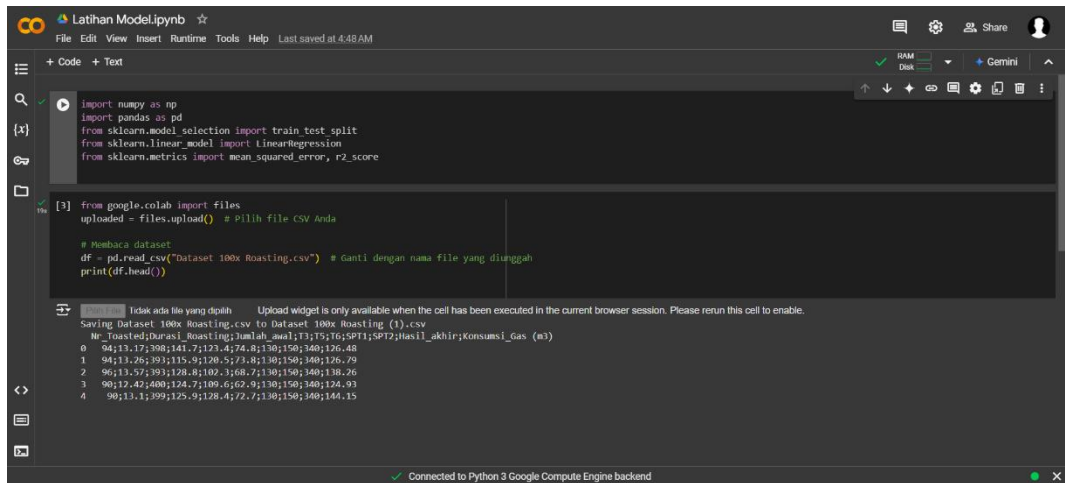
Gambar 1. Grafik Proses *Roasting*

Metode yang digunakan untuk membangun model prediksi adalah *Linear Regression* dan *Random Forest*. Kedua metode ini memiliki aplikasi luas dalam analisis data dan pemodelan prediktif, dengan *Linear Regression* memberikan interpretasi yang lebih sederhana, sementara *Random Forest* menawarkan fleksibilitas dan akurasi yang lebih tinggi dalam menangani data yang kompleks.



**Gambar 3. Gambar *Flowchart* Pelatihan Model**

Data yang telah dikumpulkan dibagi menjadi dua bagian: data pelatihan (*training data*) dan data pengujian (*testing data*). Model kemudian dilatih menggunakan data pelatihan dan dievaluasi menggunakan metrik seperti *Mean Squared Error* (MSE) dan *R-squared* ( $R^2$ ). Semua model tersebut dilatih melalui web *google colab*.



**Gambar 3. Website Pelatihan Model Google Colab**

Setelah model dikembangkan, implementasi dalam bentuk sistem berbasis web dilakukan dengan menggunakan *Flask* dan *SQLite* untuk menyimpan data, serta memfasilitasi interaksi pengguna dengan antarmuka prediksi dan riwayat prediksi.

### Hasil dan Pembahasan

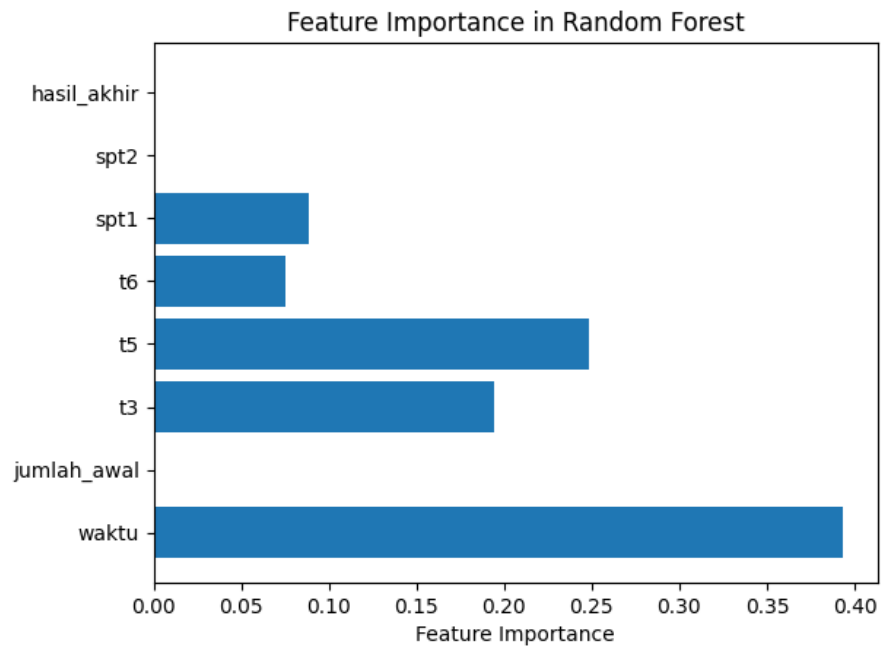
Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model *Random Forest* memiliki performa lebih baik dibandingkan *Linear Regression* dalam memprediksi konsumsi gas pada proses *roasting* kopi. Metode *Random Forest* menghasilkan nilai *R-squared* mendekati 1 (0.9999) dan MSE yang sangat rendah (0.004), sementara *Linear Regression* memiliki nilai *R-squared* sebesar 0.39 dan MSE sebesar 26.66. Ini menunjukkan bahwa model *Random Forest* mampu menangkap hubungan yang lebih kompleks antar variabel input yang mempengaruhi konsumsi gas.

Metode	<i>Mean Squared Error</i> (MSE)	<i>R-squared</i> (R <sup>2</sup> )
	Nilai	Nilai
<i>Linear Regression</i>	26,662943920652	0,390987897192921
<i>Random Forest</i>	0,0043265020250	0,999901177750518

**Gambar 4. Tabel Hasil Evaluasi Model**

Dalam analisis, beberapa parameter *roasting* yang paling berpengaruh terhadap konsumsi gas adalah durasi *roasting*, SPT2 (Set Point 2), dan T3 (Suhu

Drum). Parameter-parameter ini harus diperhatikan secara khusus untuk meningkatkan efisiensi proses *roasting* dan mengoptimalkan konsumsi gas.



**Gambar 5. Grafik Fitur Penting dalam Model *Random Forest***

Implementasi sistem berbasis web juga berhasil, di mana model prediksi digunakan secara real-time untuk memantau dan mengoptimalkan penggunaan gas. Dengan antarmuka yang mudah digunakan, sistem ini mempermudah operator untuk melakukan prediksi dan mendapatkan hasil yang konsisten pada setiap proses *roasting*.

Gas Roasting Dashboard

- Home
- Database
- Prediksi Gas
- History Prediksi

### Prediksi Pemakaian Gas Roasting

Jumlah Awal:

Waktu:

Suhu T3:

Suhu T5:

Suhu T6:

Suhu SPT1:

Suhu SPT2:

**Gambar 6. Input Prediksi Pemakaian Gas *Roasting***

## Simpulan

Setelah melakukan pelatihan model dengan membandingkan antara *Linear Regression* dan *Random Forest*, Penelitian ini berhasil mengembangkan model prediksi konsumsi gas dalam proses *roasting* kopi menggunakan algoritma *Random Forest*. Model ini mampu memprediksi konsumsi gas dengan akurasi tinggi dengan beberapa variabel yang bervariasi dari grafik proses *roasting* yang ada dan dapat digunakan untuk menentukan standar penggunaan gas pada berbagai profil *roasting*. Penggunaan model ini akan mengurangi variasi dalam konsumsi gas setiap proses *roasting*, meningkatkan efisiensi energi, dan mengurangi biaya operasional dalam proses produksi. Beberapa parameter penting, seperti durasi *roasting*, SPT2, dan T3, ditemukan memiliki pengaruh signifikan terhadap konsumsi gas. Oleh karena itu, pengoptimalan parameter-parameter ini dapat meningkatkan efisiensi produksi. Sehingga dengan model prediksi ini dapat menentukan standar pemakaian gas *roasting* disetiap profil *roasting*.

## Daftar Pustaka

- Attanasi Emil D. and Coburn, T. C. (2020). Random Forest. In Q. and M. J. and A. F. Daya Sagar B.S. and Cheng (Ed.), *Encyclopedia of Mathematical Geosciences* (pp. 1–4). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-26050-7\\_265-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-26050-7_265-1)
- Batubara, A., Widyasanti, A., & Yusuf, A. (2019). Uji Kinerja dan Analisis Ekonomi Mesin Roasting Kopi (Studi Kasus di Taman Teknologi Pertanian Cikajang - Garut). *Jurnal Teknotan*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.24198/jt.vol13n1.1>
- Cahyo Nugroho, D., & Kholil, Ay. (2021). *PROSPEK PENINGKATAN PRODUKSI KOPI (Coffea Sp) DI INDONESIA*. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- Czech, H., Heide, J., Ehlert, S., Kozirowski, T., & Zimmermann, R. (2020). Smart online coffee roasting process control: Modelling coffee roast degree and brew antioxidant capacity for real-time prediction by resonance-enhanced multi-photon ionization mass spectrometric (REMPI-TOFMS) monitoring of roast gases. *Foods*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/foods9050627>
- Fikri, M., Prihandono, T., & Nuraini, L. (2021). PENGARUH SUHU DAN LAMA WAKTU PENYANGRAIAN TERHADAP MASSA JENIS BIJI KOPI ROBUSTA MENGGUNAKAN MESIN ROASTING TIPE HOT AIR. *JURNAL PEMBELAJARAN FISIKA*, 10, 29. <https://doi.org/10.19184/jpf.v10i1.18025>

- Folmer, B. (2017). The Craft and Science of Coffee. In *The Craft and Science of Coffee*.
- Ibnu, M., & Rosanti, N. (2022). TREN PRODUKSI DAN PERDAGANGAN NEGARA-NEGARA PRODUSEN KOPI TERBESAR DI DUNIA DAN IMPLIKASINYA BAGI INDONESIA. *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan*, 16(2). <https://doi.org/10.55981/bilp.2022.5>
- Kim, Y., & Kim, S. (2024). Automation and Optimization of Food Process Using CNN and Six-Axis Robotic Arm. *Foods*, 13(23). <https://doi.org/10.3390/foods13233826>
- Lazuardi, B., Nirmala Kusumaningtyas, R., Tri Handayani, H., & Yufriza Ali, F. (2024). *AGROPROSS National Conference Proceedings of Agriculture Pengaruh Rate of Rise Penyangraian terhadap Rendemen Biji Kopi Robusta dengan Tingkat Kesukaan Konsumen*.
- Mulyawan, R. (2024, December 30). Linear Regression.
- Pamungkas, M. T., & Masrukan, K. (2021). PENGARUH SUHU DAN LAMA PENYANGRAIAN (ROASTING) TERHADAP SIFAT FISIK DAN KIMIA PADA SEDUHAN KOPI ARABIKA (*Coffea Arabica* L.) DARI KABUPATEN GAYO, PROVINSI ACEH. In *AGROTECH* (Vol. 3).
- Roihan, A., Abas Sunarya, P., & Rafika, A. S. (2019). IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology) Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang: Review paper. In *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology)* (Vol. 5).
- Santoso, B., Kamal Zasyah, A., Anya Clarissa, D., & Kunci, K. (2022). *Karakteristik produk penyangraian (roasting) biji kopi robusta menggunakan microwave heating Product characteristics of robusta coffee roasting using microwave heating* (Vol. 28).
- Thoriq, A., Sugandi, W. K., Yusuf, A., & Imaduddin, L. H. (2020). MODIFIKASI MESIN ROASTING BIJI KOPI MEREK WILIAM EDISON TIPE W600I (STUDI KASUS PADA JAVA SUMEDANG COFFEE, KABUPATEN SUMEDANG, JAWA BARAT). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 9(4), 276. <https://doi.org/10.23960/jtep-1.v9i4.276-286>
- Zacharie, R., & Denny, S. (2024). Analisis Daya Saing Biji Kopi Indonesia di Pasar Internasional. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 690–696. <https://doi.org/10.37034/infv6i4.907>